

Investigando a las hormigas: Proyectos para mentes curiosas

¿Por qué las hormigas?

Por Harriett Stubbs y Edward Hessler

PARECE QUE LAS HORMIGAS ESTÁN en todas partes: en nuestras cocinas y hogares, en los árboles, aceras, céspedes y campos, troncos podridos (y algunas veces en la madera con la que están construidas las casas), hojas caídas y siempre en los picnics. No es de extrañar, hay muchas. Aunque se han descrito más de 8.000 especies, se estima que podría haber hasta 20.000 especies (1) ¿Y cuál es el número de hormigas? Según E. O. Wilson, especialista en hormigas de la Universidad de Harvard, en un momento cualquiera hay en el planeta cerca de 10 a la potencia 23 o 100.000.000.000.000.000.000.000 de hormigas ocupadas en ganarse la vida. Juntas representan entre 10 y 15 por ciento del total de biomasa animal del mundo, más que el peso de todos los humanos juntos.

Como una de las más numerosas y omnipresentes criaturas entre nosotros, las hormigas son excelentes como tema de estudios de campo. Las hormigas se pueden encontrar en casi todas partes, desde los patios de recreo de las escuelas hasta los patios traseros de nuestras casas, desde grandes ciudades hasta pequeños pueblos, en desiertos, praderas y bosques. Son lo suficientemente grandes para ser visibles a simple vista y fácilmente observables y muestreadas. Las hormigas también llenan muchos nichos: son depredadoras, carroñeras y polinizadoras; ayudan en la dispersión de semillas y regulan las poblaciones de otros insectos que viven en las plantas. Como insectos sociales, las hormigas tienen variedades fascinantes de hábitos alimenticios, respuestas defensivas y comportamientos de comunicación. Y por supuesto, otra ventaja de utilizar las hormigas como objeto de estudio es que la mayor parte de los estudiantes ya tiene alguna experiencia con estas criaturas y tienen curiosidad por aprender más.

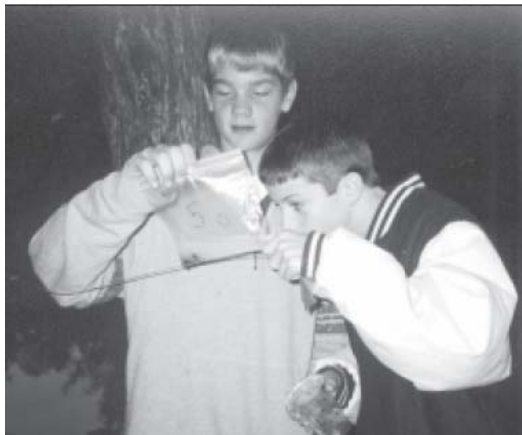
Las siguientes actividades brindan oportunidades para que los estudiantes hagan observaciones más cercanas de las hormigas y ganen experiencia en diversos métodos de estudio de campo. Entre dichas actividades se incluyen: investigaciones de la morfología de las hormigas, comportamiento, diversidad, distribución y ecología, lo que permite la práctica al observar, recoger datos, clasificar, cartografiar, graficar y comparar. Los estudios de campo se pueden asignar como proyectos de investigación independientes, pero que podrían también extenderse a proyectos monitoreados a largo plazo en los cuales los estudiantes comparan sus datos con los recogidos por otros al pasar del tiempo.

Traducción de Nelson Méndez

www.tradumot.com

Monterrey - México

Atención: los especialistas en hormigas recomiendan que no se recojan las hormigas vivas con las manos sin protección, en caso uno no sea especialista. Muchas especies de hormigas pueden picar y algunas de estas picaduras pueden ser más dolorosas que las picaduras de abeja o avispa. Las hormigas carpinteras grandes pueden sacar sangre. Otra razón para evitar la manipulación de las hormigas es que las especies más pequeñas son fácilmente aplastadas. Al seleccionar las especies de hormigas para el estudio, DuBois escribe que las hormigas con grandes y llamativos nidos están advirtiendo "a potenciales predadores que ellas pueden defenderse muy bien" por lo que recomienda que éstas no se tomen en cuenta para el estudio. (2) Akre *et al* recomiendan la *Formica neoclara* o la *F. podzolica* en el Noroeste del Pacífico y la *F. Montana* en el Medio Oeste o Este para los estudios, especialmente si hay que mantenerlas en el salón de clase. (3) A estas especies se les describe como "hormigas relativamente no agresivas" porque no tienen aguijón, pero sin embargo botan ácido fórmico para defenderse. Estas hormigas construyen montículos de tierra y tienen muchas reinas.



Juntas, las hormigas representan entre 10 y 15 por ciento del total de biomasa animal del mundo – más que el peso de todos los humanos juntos.

Actividad introductoria: Armando una hormiga

En esta actividad introductoria, se les da a los estudiantes plastilina y varios suministros artísticos y se les pide que hagan una hormiga como la tienen en la cabeza. La actividad enfatiza la importancia de la observación y familiariza a los estudiantes con la anatomía de la hormiga.

Materiales: plastilina y otros materiales utilizados en las manualidades como pelotas de espuma, palitos, limpiapipas, ojos de plástico, palillos de dientes y papel de colores; el diagrama de una hormiga, hormigas verdaderas guardadas en envases plásticos o de vidrio de aumento.

Procedimiento: proporcione a los estudiantes la plastilina y los otros materiales y dígales que tienen que hacer una hormiga. Los modelos deben ser lo más real y detallados posible, sin embargo, los estudiantes deben contar totalmente con su memoria para saber cómo es una hormiga. No proporcione libros, instrucciones, diagramas o cualquier otro material visual ni tampoco permita que los estudiantes compartan sus creaciones entre sí mientras todavía están trabajando. La idea es que los estudiantes trabajen solos, que creen su propia concepción de lo que son las partes y características físicas de las hormigas.

Brinde entre 5 a 15 minutos para que terminen sus modelos y después junte todas las creaciones de los estudiantes en un lugar donde todo el mundo pueda verlas. Después que los estudiantes hayan tenido la oportunidad de comparar sus propias hormigas con las de otros estudiantes, revise la anatomía de las hormigas, ponga un diagrama en el pizarrón o use un retroproyector (los diagramas del cuerpo de la hormiga se pueden encontrar en libros de referencia o en Internet). Los estudiantes pueden dar un puntaje a la hormiga que hicieron. Pueden dar un punto por cada parte del cuerpo incluida y quizás puntos adicionales por la precisión del diseño y ubicación de las partes. Para finalizar, muestre hormigas verdaderas en envases plásticos o de vidrio de aumento y pida a los estudiantes que traten de identificar cada una de las partes del cuerpo.

(La actividad "Armando una hormiga" fue desarrollada por el Dr. John Meyer, entomólogo de la North Carolina State University)

Sabías que...

Las hormigas pertenecen a una sola familia, la *Formicidae*. Aunque hay al norte del Círculo Ártico y al sur de la Tierra del Fuego, la mayoría de las hormigas son tropicales. No hay hormigas solitarias: todas viven en sociedad. La sociedad de las hormigas consta de una o más reinas y varios grupos o castas de hormigas trabajadoras y estériles que cuidan a las más jóvenes, buscan comida y defienden el nido de los depredadores. Las hormigas machos producen, pero mueren poco después de aparearse con la reina. El género se determina por la fertilización o no del huevo: los huevos fertilizados terminan siendo hembras y los no fertilizados se convierten en machos. El ciclo de vida de una hormiga consiste del huevo, la larva, la pupa y la vida adulta. Las hormigas exhiben el rango más amplio de números de cromosomas encontrado entre los animales, de 1 a 59 (la especie con n=1 se encuentra en Australia) Aunque la mayoría de las hormigas tienen ojos, utilizan los olores para comunicarse. Algunas hormigas pueden hacer un sonido áspero lo suficientemente alto que los humanos lo puedan escuchar. Desde 1994, ha habido más de 18.000 publicaciones científicas sobre las hormigas.

-Edward Hessler

Notas

- 1 M.B. DuBois, "Checklist of Kansas Ants," *The Kansas School Naturalist*, 40:2 (1994), pp. 3-16.
- 2 M.B. DuBois, "Studying Ants: A Beginning," *The Kansas School Naturalist*, 41:1 (1995), pp. 9-14.
- 3 R.D. Akre, L.D. Hansen, and E.A. Myhre, "The Collection and Maintenance of Ants to Use for Teaching," *The Kansas School Naturalist*, 41:1 (1995), pp. 2-8.

Las hormigas como indicadores biológicos

Estudio de biomonitoreo para estudiantes de secundaria y preparatoria

Por Harriett Stubbs y Rita Hagevik

El MONITOREO BIOLÓGICO (o biomonitoreo) es el uso de organismos como indicadores de condiciones medioambientales. Los organismos vivos pueden a menudo revelar estrés medioambiental mucho antes que medidas químicas y físicas detecten cambios. Por ejemplo, en 1950 el descenso en la población de aves sacó a la luz los efectos dañinos del DDT. Igualmente, la muerte de peces en Suecia en 1970 llevó al descubrimiento de la lluvia ácida. En esta actividad, los estudiantes reúnen información sobre el

número y diversidad de hormigas existentes en diferentes lugares de la escuela y tratan de correlacionar esta información con factores medioambientales como el tipo de suelo y la cubierta de vegetación. La investigación puede ayudar a los estudiantes a entender la compleja relación entre los componentes vivos y no vivos del medioambiente y revelar en el patio de la escuela algún tipo de estrés como la compactación del suelo cercano a caminos. Una vez hecha una investigación inicial, los datos recogidos por los estudiantes en años subsiguientes podrían revelar cambios sutiles en el medioambiente del patio de la escuela. Los siguientes procedimientos se basan en protocolos de investigación usados por entomólogos y ecologistas para



estudiar a las hormigas como indicadores biológicos. Los estudiantes identifican las preguntas, diseñan y llevan a cabo las investigaciones, recogen, interpretan y analizan los datos, desarrollan descripciones y explicaciones (1) de relaciones ecológicas y usan tecnologías como el Sistema de Información Geográfica (SIG) para crear modelos de cambio y comunicar sus resultados a otras personas.

¡Precaución! Esta actividad no se debería realizar en regiones donde haya hormigas de fuego.

Estudio de población y biodiversidad

Antecedentes

Una mayor diversidad de hormigas generalmente se encuentra en áreas naturales y libres de molestias que cuentan con una variedad de vegetación, pero algunos factores medioambientales como la luz solar, la temperatura y el clima también son importantes. Las características del suelo como el pH, la textura y la porosidad también influyen en las poblaciones de hormigas. Por su parte, las hormigas influyen su ambiente al construir nidos y depositar material orgánico sobre la superficie del suelo o en cámaras al interior del suelo. Al descomponerse, esta materia orgánica provee nutrientes para las plantas que se encuentran en los nidos de las hormigas. Los movimientos del suelo realizados por las hormigas podrían tener importantes implicaciones para el ritmo de formación del suelo y la redistribución de partículas en el mismo, nutrientes y materia orgánica (2). Los huecos en la cima de los hormigueros podrían permitir el paso de agua y afectar el ritmo del residuo líquido.

Formulación de las preguntas del estudio

Presente la actividad a los estudiantes pidiéndoles que sugieran formas de determinar el número y tipos de hormigas que hay en el patio de la escuela. Discutan las ventajas y desventajas de cada método de estimación de poblaciones. Los dos métodos de muestreo comúnmente utilizados por los científicos consisten en contar las hormigas en un pequeño cuadrado o contar las hormigas que son atrapadas en trampas de caída.

Permita que los estudiantes caminen alrededor del campus en silencio, buscando hormigas y hormigueros, observando los diferentes colores y tamaños de las hormigas y se fijen en los diferentes ambientes que hay en el patio de la escuela como zonas soleadas, puntos sombreados cerca de arbustos y pequeños terrenos al descubierto debajo de los árboles. Los estudiantes deben registrar sus observaciones en un cuaderno de campo. De regreso al salón de clases, se puede realizar una lluvia de ideas sobre los factores medioambientales que podrían influenciar el lugar en el patio de la escuela en donde las hormigas prefieren vivir, como la luz solar, la humedad, el tipo de suelo

y la abundancia de comida. Después haga que los estudiantes se dividan en grupo según sus intereses, formulen una pregunta sobre un problema y den una posible respuesta. Todos los estudiantes deberán buscar hormigas en abundancia y diversidad en ambientes similares, pero un grupo podría trabajar en base a la pregunta “¿Prefieren las hormigas el sol o la sombra?”, mientras que otro grupo podría preguntar “¿Prefieren las hormigas áreas cercanas a arbustos o el césped?” o “¿Qué tipo de suelo (barro, arena o arcilla) prefieren las hormigas?”. Cada grupo se enfocará en

una variable medioambiental en particular, pero es importante enfatizar que las relaciones entre los componentes vivos y no vivos del ambiente dependen de muchas variables. En intervalos regulares durante el estudio, se les debe recordar a los estudiantes que busquen otras relaciones, registren sus observaciones y tomen apuntes en sus cuadernos.

Materiales

Recipientes con tapa (250ml) para utilizarlos como trampas.

Etiquetas para las trampas.

Marcador indeleble a prueba de agua.

Solución salina supersaturada (ver instrucciones abajo) o vaselina.

Una botella lanza chorros para poner la solución en las trampas.

Agente humedecedor para romper la tensión de la superficie del agua (una gota de detergente).

Palustre o pala.

Un metro para medir.

Banderitas para marcar.

Palillo de dientes o pinzas.

Guía de campo sobre los tipos de insectos.

Lupa de 10x de potencia.

Bandejas plásticas blancas de 18" x 6" x 2" o platos plásticos blancos.

Preparación

Seleccione el lugar de estudio: si es posible, escoja un lugar de estudio que pueda estar apartado de un patio concurrido y que esté parcialmente cubierto de hierba. Asegúrese que el lugar sea aprobado por el director o la administración de la escuela.

Decida el método de atrapar las hormigas: esta actividad requiere que las hormigas estén atrapadas para poder contarlas y clasificarlas por especie. Se obtendrán cifras más exactas al utilizar trampas que contengan una solución salina que mate a las hormigas que caigan en ellas. El promedio de vida de una hormiga obrera es de aproximadamente seis semanas y una recolección de hormigas una vez al año no afecta de manera desfavorable a la población. Sin embargo, si los profesores y estudiantes desean evitar hacer daño a las hormigas, otra alternativa es usar un envase seco con un anillo de vaselina alrededor del borde. Algunas hormigas se pueden escapar, pero las que se atrapan se pueden liberar vivas luego. Algunos cursos pueden desear comparar los dos



Una investigación ha tenido éxito cuando los estudiantes terminan con más preguntas que cuando comenzaron

métodos con la instalación de trampas secas y trampas salinas una junta a la otra y así determinar si hay alguna diferencia en el número y especies de hormigas atrapadas.

Prepare la solución salina: prepare una solución de sal sobresaturada agregando lentamente la sal al agua hirviendo, hasta que no se disuelva más sal en el agua. Deje enfriar la solución y luego fíltrela con un paño para quitar cualquier sal que haya quedado sin disolverse. Agregue de 4 a 5 ml de agente humectante por cada litro de solución de sal sobresaturada. Esto reduce la tensión de la superficie de la solución salina y asegura el hundimiento de las hormigas hacia el fondo cuando caigan en la trampa. Si no, algunas hormigas podrían nadar hacia los lados de la trampa y escaparse.

Seleccione los envases para la trampa: para agarrar hormigas, los estudiantes usarán como trampas tazas de 8 onzas (250 ml). Es importante que los envases sean uniformes en tamaño y color, y tengan los lados casi rectos. Tener tapas para los envases hace más fácil colocar las trampas en la tierra sin que se ensucien y llevarlas de nuevo a la sala de clase una vez que se hayan atrapado las hormigas. Cualquier taza de papel o plástico funcionará (esto es una oportunidad para reutilizar las tazas), pero no use tazas de espuma. La espuma se rompe fácilmente y su superficie áspera permite a las hormigas que suban hasta salirse de la trampa.

Diseñando los terrenos de estudio

En la planificación de su investigación, los estudiantes deben decidir cuántas trampas serán colocadas en la tierra y de qué modo. Cuando se colocan las trampas con dos metros de separación hay suficiente espacio para que los estudiantes trabajen. La clave es colocar las trampas en intervalos iguales para asegurar áreas iguales de muestreo y colocar más o menos el mismo número de trampas en cada ambiente comparativo que se esté tomando como muestra. Cuando se están estudiando dos ambientes distintos se utiliza comúnmente una formación en "T". En el diagrama que se muestra aquí, se colocan seis trampas de caída en arbustos y cuatro en la hierba, con una separación de dos metros, en forma de "T". Otra formación común es un patrón circular con una línea de trampas por la mitad. Los estudiantes podrían usar también una línea recta o un patrón de trampas de caída en forma de "X". Los estudiantes deben salir para escoger un sitio de 10 m x 10 m como área de estudio, decidir sobre la configuración de la trampa y marcar el patrón, el lugar y el número de

trampas en una cuadrícula de 10 m x 10 m.³ Si el espacio es limitado, dos grupos que trabajen en diferentes problemas pueden compartir un diagrama, usando cerca de 10 trampas por grupo. Asegúrese que los estudiantes orienten sus mapas de modo que el norte esté hacia el frente. Pida a los miembros del grupo que escriban su problema y su posible respuesta en la parte inferior de sus mapas como se muestra

en el ejemplo. Cuando el número de trampas de caída esté determinado, enumere tanto las trampas como las banderas correspondientes usando un marcador de tinta negra permanente.

Instalando las trampas de caída

Comience el experimento en un día que no se espere lluvia por 24 horas. Por cada 10 m x 10 m traiga lo siguiente: tazas numeradas, una cinta métrica (para medir la distancia entre las trampas), una botella de spray con solución salina saturada, un amplio número de banderas para cada taza numerada, palas para cavar los agujeros y 10 metros de cuerda.

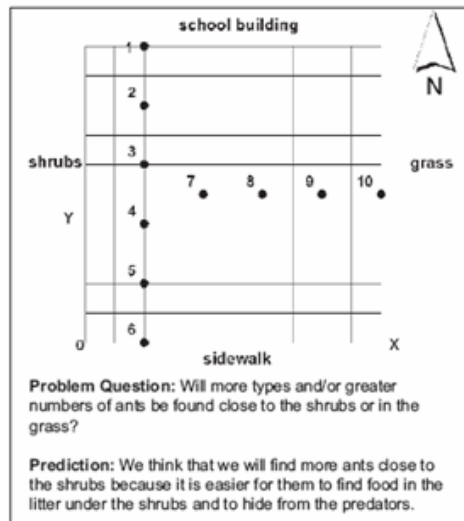
Utilice un compás para determinar la dirección del norte y dirija a los estudiantes de la siguiente manera:

1. Comiencen marcando el punto en el suelo que corresponde a 0.0 coordenadas en la cuadrícula. A partir de ese punto, determinen la localización correcta de cada trampa de caída usando la cinta métrica para medir y la cuerda para mantener las líneas rectas. Coloquen la bandera del campo correctamente numerada en cada posición de la trampa. (Si los estudiantes desconocen el uso de coordenadas para identificar posiciones en un diagrama, juegue el "juego X-Y" que se describe en "Extensiones" en la página 39).

2. Utilicen un palustre o una pala para cavar un hoyo para cada trampa, colocando la suciedad que se retiró por lo menos a dos pies de distancia de donde se colocará la trampa (excepto cualquier césped retirado para poder sustituirlo cuando culmine la investigación). Caven los agujeros lo suficientemente profundos de modo que la parte superior de la taza esté alineada con la superficie de la tierra. Es mejor colocar las trampas un poco más profundas que esperar que las hormigas suban una montaña para caer en un hueco. La colocación correcta de la trampa es muy importante para la investigación.

3. Emparejen el número de la trampa con el de la bandera y coloque la trampa en el hueco. Conserven la tapa en la trampa cuando use su mano para reemplazar cuidadosamente la suciedad alrededor de ella.

4. Si están usando trampas secas, coloquen un anillo de vaselina en la parte superior de cada taza. Si están usando solución salina llenen cada trampa de una cuarta a una tercera parte de solución salina saturada y agregue un par de gotas de detergente lavaplatos (surfactante). Después de colocar todas las trampas en el suelo, revisen para estar seguros que la



Mapa con 10 trampas de caída en formación de "T". La pregunta de los estudiantes y su predicción está escrita abajo.



solución salina saturada está en cada taza.

5. Registren la localización de cada trampa de caída y el hormiguero en la cuadrícula usando sus coordenadas X e Y. Por ejemplo, la trampa de caída número 1 en el mapa de muestra está en la posición 2.10 y la trampa número 2 está en la posición 2.8.

Recalque que cerca de las trampas no debe haber ninguna clase de disturbio y que los estudiantes deben tener cuidado de no echar suciedad en ellas. También es importante que no haya comida o líquidos durante la instalación de las trampas, ya que cualquier derrame podría afectar el comportamiento de las hormigas y del número atrapado. Para proteger el sitio de estudio, los estudiantes podrían hacer un aviso de señalamiento "Por favor no perturbar en este lugar de investigación". Deje las trampas de caída en el suelo por 24 horas.



Recolección de datos

Veinticuatro horas después, coloque una tapa en cada trampa y quítela cuidadosamente del agujero, revisando que esté enumerado correctamente. Para restaurar el sitio de estudio a su condición original, llene los huecos y reemplace el césped. Coloque la capa de césped sobre el piso y písela; luego riéguela varias veces.

Vierta cuidadosamente el contenido de cada trampa en una bandeja de plástico plana, blanca e identificada y escribe en ella el número de la trampa. Utilice un palillo de dientes o unas pinzas para separar a las hormigas de color y a las de tamaño similar por grupos. Recoja y registre los datos de cada trampa por separado, observando sus coordenadas X e Y en el sitio de estudio, el número de la trampa, el número de cada especie de hormiga encontrada, el número total de hormigas y, si es posible, los nombres de otros insectos capturados. En otra parte de la hoja de datos, registre la fecha y describa cualquier cosa que suceda durante el período de 24 horas que pudiera haber afectado los resultados, tales como altas o bajas temperaturas o perturbaciones de un animal.

Si los estudiantes no pueden finalizar el conteo en ese día, los envases de las hormigas en la solución salina se pueden guardar en el refrigerador hasta por una semana. Los estudiantes que usan el método "taza seca" pueden colocar la taza entera en una bolsa plástica sellada en el refrigerador hasta por dos días y luego liberar a los insectos vivos después que se hayan contado e identificados.

Análisis de los resultados

ID	X	Y	Trampa N°	Animal	Tamaño	Número	Color	Textura del suelo
1	2.0	10.0	1	Hormigas	Medio	8	Marrón	Arcilla
2	2.0	8.0	2	Hormigas	Pequeño	13	Negro	Arcilla
3	2.0	6.0	3	Hormigas	Medio	4	Rojo	Arcilla
4	2.0	6.0	3	Hormigas	Medio	4	Negro	Barro
5	2.0	4.0	4	Hormigas	Pequeño	20	Negro	Barro
6	2.0	2.0	5	Hormigas	Pequeño	4	Negro	Barro
7	2.0	0.0	6	Hormigas	Pequeño	10	Negro	Arcilla
8	4.0	5.0	7	Hormigas	Medio	26	Negro	Tierra
9	6.0	5.0	8	Hormigas	Medio	16	Negro	Tierra
10	6.0	5.0	8	Hormigas	Medio	8	Marrón	Tierra
11	5.0	5.0	9	Hormigas	Medio	5	Marrón	Tierra
12	5.0	5.0	9	Hormigas	Pequeño	8	Negro	Tierra
13	5.0	5.0	9	Hormigas	Grande	2	Rojo	Tierra
14	5.0	5.0	10	Hormigas	Medio	4	Negro	Tierra

Para cada tipo de ambiente muestreado (por ejemplo, arbustos y hierba), haga que los estudiantes calculen el número promedio de las hormigas atrapadas allí. Por ejemplo, si las trampas N°. del 1 al 6 estaban cerca de los arbustos, haga un promedio del número total de hormigas encontradas en esas trampas así como también del número de hormigas de diferentes tamaños y colores. Haga los mismos cálculos en los datos de las trampas de las áreas herbosas. (Si los promedios no se entienden por la edad del grupo, se pueden usar los números totales).

Anime a los estudiantes a interpretar sus resultados buscando patrones en los números y especies de hormigas encontradas en las trampas. Por ejemplo, ¿el césped tuvo más o menos hormigas que la maleza? ¿los sitios cercanos al patio tienen más o menos hormigas que los lejanos? ¿había más o menos hormigas rojas en rocas que en los suelos de arcilla? Ayude a los estudiantes a evitar generalizaciones recordándoles que otros factores ambientales podrían también haber afectado el número de hormigas atrapadas y preguntándoles cómo se pueden probar. Los estudiantes también pueden necesitar que se les recuerde que un sistema de datos no constituye una prueba, que se necesitará recoger más datos en el futuro para ver si los resultados son los mismos.

En estas investigaciones, los estudiantes con preconcepciones quedan sorprendidos a menudo. Por ejemplo, un grupo estaba convencido de que ellos encontrarían más diversidad y un gran número de hormigas fuera de la cafetería cerca de las mesas de comida donde hay con frecuencia trozos de comida caídos en el suelo. Sin embargo, sus datos revelaron lo contrario. Tratando de interpretar los resultados, los estudiantes recordaron que era difícil cavar el suelo alrededor de una mesa de picnic y no había hormigueros activos en esa área. En tales situaciones, los estudiantes comienzan a entender que los pequeños cambios en el ambiente – en este caso, la compactación del

suelo – hacen una gran diferencia entre las criaturas que podrían vivir allí. Sus observaciones también pueden conducir a un conocimiento de las formas en las cuales las criaturas vivas alteran su ambiente. Por ejemplo, las diversas capas, las texturas, los tamaños de las partículas y el contenido orgánico del suelo en los hormigueros son indicadores del papel que juegan las hormigas en la formación del suelo y la distribución de los nutrientes.

Al final de esta investigación los estudiantes deberían ser más capaces de medir y explicar las interacciones entre las hormigas y las formas no vivientes del ambiente. Habrán aprendido que el tipo de suelo, el uso de la tierra y la cubierta de vegetación son todos factores importantes en la abundancia y diversidad de hormigas, y que cualquier cambio en el ambiente tiene consecuencias para un ecosistema. También habrán experimentado el entusiasmo de hacer un trabajo significativo que se puede traducir en la acción, como aquellos estudiantes que decidieron trabajar debajo de las mesas de picnic que están fuera de la cafetería. Los resultados del estudio pueden inspirar a un número de proyectos de restauración ambiental en las instalaciones escolares, tales como el desarrollo de las áreas naturales, mejoras de la composición del suelo y la estructura, preservación de espacios verdes abiertos, la reducción de basura y la creación de caminos naturales. Dichas aplicaciones en el mundo real permiten a los estudiantes considerar cómo su investigación puede contribuir a la creación de un ambiente más sano donde se preserva más la vida.

Extensiones

/ Una investigación ha tenido éxito cuando los estudiantes terminan con más preguntas que cuando comenzaron.

Preguntas tales como las siguientes pueden surgir para inspirar futuras investigaciones:

¿Cuál es la velocidad de una hormiga? ¿Qué tipo de alimento recoge la hormiga? ¿Los factores tales como la temperatura, la hora del día o el tiempo son

determinantes para saber cuándo las hormigas están más activas? ¿Las hormigas se pelean con otras hormigas?

/ Las hormigas ocupan todos los niveles de la nutrición, y las diferentes especies de hormigas prefieren diferentes alimentos. Puede aumentar los números y especies de hormigas que encuentre poniendo cebo en las trampas. Cree una plataforma para el cebo colocando una roca en la solución salina de modo que la parte superior esté por encima del líquido.⁴ Coloque cebo en las trampas con comida dulce, agria, malolientes o grasientas. Los cubos de azúcar blanca, salchicha de carne roja y atún enlatado funcionan bien. Intente reemplazar la solución salina con otros líquidos como bebidas suaves, chocolate y limonadas. Los estudiantes pueden identificar las especies de hormigas que prefieren ciertos tipos de alimentos colocando cebo en las trampas y haciendo un gráfico de resultados.

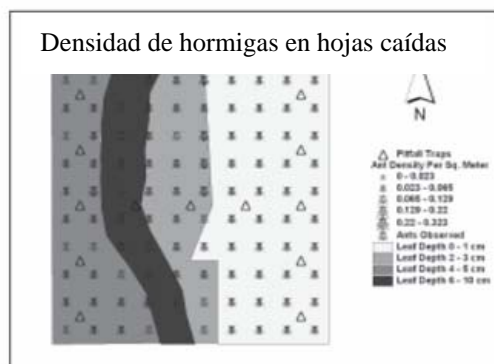
/ Al localizar previamente la ubicación de las colonias de hormigas en cada sitio de estudio, discuta si hay una relación entre el número de hormigas encontradas en las trampas y el número de colonias.

/ Haga nuevamente un muestreo en las áreas de los suelos escolares que se alteraron o se modificaron y compare los datos con los datos iniciales. Por ejemplo, se pudo haber agregado arcilla en las áreas descubiertas, y los arbustos pudieron haber sido plantados y cubiertos con compost. Las

nuevas investigaciones podrían revelar cambios en las poblaciones de hormigas en esas áreas con el paso del tiempo.

/ Los estudiantes pueden agregar nombres de otros insectos encontrados en las trampas y pegarlos en carteles y otros medios visuales que ilustren la red de alimentos de las hormigas.

/ Practique el juego "X-Y" en los terrenos 10 m x 10 m utilizados en el estudio para ayudar a los estudiantes a entender cómo determinar las posiciones en cuadrados fijos. Jugar esto antes de que los estudiantes empiecen a fijar sus trampas, aumentará la exactitud de registrar las posiciones de las trampas sobre el terreno. Coloque banderas de campo en los cuatro lados del diagrama de 10 m. Las banderas pueden ubicarse cada metro, cada dos metros, o a 0,5 y 10 metros en las coordenadas X e Y (mientras menos banderas más difícil es el juego). Cuando el profesor diga en voz alta coordenadas de X e Y, los estudiantes se trasladan para pararse en esa localización. Se puede jugar en equipos y con puntos.



Mapa creado por estudiantes de educación media con el programa Arcview GIS para representar sus datos de manera gráfica. En este ejemplo, los estudiantes descubrieron que la densidad de hormigas era superior cerca de hojas caídas y cerca de la hierba que en otros lugares.

Ampliando el aprendizaje con GIS

La tecnología del Sistema de Información Geográfica (GIS por sus siglas en inglés) se diseñó para almacenar, manipular y exhibir los datos que tiene un componente espacial. Como tal, es una herramienta ideal para organizar y exhibir los datos de los estudiantes, y para compararlos con los datos recogidos anteriormente por otras clases. Usando un software GIS conocido por el estudiante como el ArcView,⁵ los estudiantes pueden crear mapas digitales de sus diagramas de estudio que exhiban

gráficamente los datos que han recogido de la población de hormigas, así como también la localización de nidos de hormigas. Estos mapas pueden ser georeferenciados a las coordenadas de latitud y longitud y más tarde vinculados a las fotografías aéreas del campus de la escuela. Además de exhibir sus datos gráficamente, los estudiantes pueden crear vínculos de fotografías de hormigas, páginas web acerca de hormigas, y video clips de sus procedimientos de monitoreo de hormigas.

El GIS también ofrece gran potencial de ampliar la escala y complejidad de la investigación de la hormiga en un estudio multifacético de relaciones ambientales.⁶ Usando procedimientos estandarizados para la recolección de datos ambientales, tales como los protocolos del programa GLOBE⁷, los estudiantes pueden recoger la información sobre una diversidad de variables ambientales tales como tipos de vegetación, temperatura del aire y suelo, y la humedad del suelo, pH, porosidad, textura y la profundidad de la basura. Almacenando estos datos en las capas temáticas visuales que pueden ser cubiertos con una capa, el software GIS permite a los estudiantes buscar infinitamente patrones que revelan relaciones entre las hormigas y otros factores ambientales.

Al implementar un componente GIS en la investigación de la hormiga, los profesores podrían desear tener en consideración lo siguiente:

/ Los estudiantes podrían necesitar ayuda para hacer la conexión entre los mapas y el mundo real. Hágalos crear mapas locales con elementos representativos de la comunidad tales como árboles históricos, lagos, parques y otros espacios abiertos, y después hagan un paseo al campo para ubicar en "tierra real" los sitios verdaderos y las representaciones que tienen en el mapa. Cree con sus alumnos un álbum de recortes con dibujos que representen las localizaciones que están en los mapas. El sitio web del Instituto de Investigación de Sistemas Ambientales ofrece una demostración de mapas para profesores y estudiantes que les permiten la representación gráfica de los datos en tiempo real sobre una variedad de asuntos (véase <http://maps.esri.com>).

/ Los departamentos de geografía, ciencias biológicas y de planificación urbana de muchas universidades han desarrollado el currículo ambiental GIS que se puede adaptar a estudiantes menores. Además, muchos ofrecen el desarrollo profesional en GIS para profesores.

Muchos profesionales en GIS han ayudado a crear e implementar proyectos GIS para estudiantes. La universidad o los estudiantes de geografía de la universidad pueden estar disponibles para ayudar, o puede contactar la Asociación de Sistemas de Información Urbano y Regional para que le ayuden a localizar un profesional en GIS en su comunidad (véase www.urisa.org).

El proyecto Mapping Our School Site (MOSS)⁸ ofrece protocolos para recoger datos ambientales adicionales y direcciones para realizar análisis con el GIS.

Se puede descargar gratuitamente el software ArcVoyager (adjunto con ArcView) y los programas preformateados de datos para enseñar otros planes de estudios en ciencias, como terremotos y volcanes.

Se puede encontrar en el sitio web www.esri.com/k-12 del Instituto de Investigación de Sistemas Ambientales más de 100 clases de ArcVoyager de diferentes niveles de dificultad. El sitio web www.esricanada.com de ESRI Canadá ofrece materiales educativos adicionales y cursos en línea para que los educadores aprendan el manejo del GIS.

Una vez que los estudiantes aprenden a exhibir y manipular los datos usando el software GIS, pueden encontrar



...los estudiantes con preconcepciones quedan sorprendidos más a menudo. Por ejemplo, un grupo estaba convencido que ellos encontrarían más diversidad y un gran número de hormigas fuera de la cafetería, cerca de las mesas de comida donde hay con frecuencia trozos de comida caídos en el suelo. Sus datos revelaron lo contrario.

oportunidades para involucrarse en proyectos ambientales más grandes con otras escuelas y agencias locales. Por ejemplo, los estudiantes de Carolina del Norte están trabajando con los líderes de la comunidad para preservar una línea divisoria de aguas, y unos estudiantes en Rhode Island y Maryland están ayudando en el inventariado de árboles que ayudará a la protección de los bosques de la comunidad.⁹

Es emocionante para los estudiantes hacer trabajos auténticos y significativos. Después de aprender a usar la tecnología GIS, algunos han publicado sus resultados, han desarrollado páginas web educativas sobre las hormigas y se han ido a trabajos de verano usando sus nuevas habilidades tecnológicas.

Notas

1National Research Council, *Inquiry and the National Science Education Standards*, Washington, DC: National Academy Press, 2000.

2L. A. Loby de Bruyn, "Ants as bioindicators of soil function in rural environments", *Agriculture, Ecosystems, & Environment*, 74 (1999), pp. 425-441.

3Grids and data collection sheets can be downloaded from the Mapping Our School Site (MOSS) at www.ncsu.edu/scilink/studysite. Additional pitfall trap instructions, a picture field guide of insects, and other resources and information can be found at the site. MOSS is an outdoor environmental curriculum for teachers and students relating the living and non-living

components of the environment using ArcView, a GIS program, and a 10 m² grid. The 30 m² grids

used for GLOBE-GIS can also be downloaded from the site.

4Norman D. Anderson et al. *ANTS: Using Biological Indicators to Investigate Environmental Conditions* (Raleigh, NC: Carolina Biological Supply Company, 1999), www.carolina.com.

5ArcView is a GIS software produced by the Environmental Systems Research Institute (ESRI) and often used in educational settings. Their educational Web Site, www.esri.com/k-12, contains numerous aides for using GIS in the classroom including ArcVoyager, a free GIS software and ArcLessons, educational GIS units written by educators to be used with ArcVoyager. ESRI Canada, www.esricanada.com, offers additional educational materials and an online course for educators.

6 T.R. Baker & S. B. Case, "Let GIS be your guide," *The Science Teacher*, October (2000) pp. 24-26.

7GLOBE is an international program for collecting environmental data. The website (www.globe.gov) contains background information for teachers, standardized data collection procedures, video clips, and numerous pictures and descriptions.

8See note 3 above.

9Alexis Harte, "Taking measure of community," *American Forests*, (Summer 2002) pp. 7-9, online at www.americanforests.org.

American Forests provides a GIS extension to ArcView, called CITYgreen, which schools can use to perform ecological analyses of their campuses.

Por **Edward Hessler**

El comportamiento es un tipo de respuesta que el organismo puede dar a un estímulo interno o ambiental. Está determinado en parte por la herencia y el instinto y en parte por la experiencia. Una respuesta conductual requiere coordinación y comunicación en diferentes niveles, desde la célula hasta todo el organismo, por lo que es un área rica para una gran variedad de investigaciones.

En esta actividad, los estudiantes formulan una pregunta acerca del comportamiento de las hormigas, diseñan y llevan a cabo un estudio que intente responder la pregunta formulada. Este proyecto se ajusta bien a cualquier estudio de comportamiento, poblaciones, comunidades y ecosistemas. Se puede hacer como un proyecto de aula o los estudiantes pueden trabajar de manera individual o en grupos pequeños. Se espera que los estudiantes estén familiarizados con algunas herramientas y técnicas usadas en los trabajos de campo ecológico y biología conductista, pero el profesor debería estar preparado para enseñar con estos procedimientos en la medida que los estudiantes diseñan y hacen su trabajo.

Materiales: los materiales necesarios dependerán de los intereses de los estudiantes. Pueden ser muy útiles las cajas tipo lupa para hacer observaciones detalladas de las hormigas. De lo contrario, se pueden utilizar platos de petri o bolsas plásticas como contenedores de las hormigas para hacer un estudio más cercano. Para hacer medidas, se debe disponer de reglas o cintas métricas (que se pueden medir luego) y cronómetros (o relojes de pulsera que puedan medir en segundos). También se necesitarán diferentes tipos de comida como carnes, mantequilla de maní, gelatinas o mermeladas, azúcar, pan, galletas, aceite y cereales. Si se van a manipular las hormigas, se recomienda utilizar fórceps.

Procedimiento: introduzca el estudio preguntando a los estudiantes lo que saben respecto a las hormigas. Haga una lista en el pizarrón de todas las ideas que digan. Diga a los estudiantes que el énfasis de su trabajo será en la manera en que las hormigas pasan su tiempo. Por ejemplo, su comportamiento. Examine la lista y ponga un asterisco al lado de la idea que describe un comportamiento. Utilice también esta actividad como una oportunidad de agregar nuevas ideas a la lista. A continuación, por cada idea de la lista, pida a sus estudiantes que piensen en una pregunta relacionada con el comportamiento de las hormigas. Enfatique que las preguntas tienen que ser formuladas de una manera que puedan ser respondidas con la observación y recolección de datos. Por ejemplo, si el comportamiento es buscar comida, una posible pregunta podría ser "¿cuánto tiempo le toma a las hormigas encontrar comida?" Escriba estas preguntas en el pizarrón. (Véase el cuadro en la próxima página para otros ejemplos de preguntas)

Entregue hojas de asignaciones (ver el ejemplo) y explique a los estudiantes que tienen que seleccionar una especie de hormiga, formular una pregunta acerca de su

¿Qué hacen las hormigas? Estudio del comportamiento de las hormigas

Trabajo de campo secundario



Anoush Valachia

comportamiento (o seleccionarla de la lista de la clase), y llevar a cabo un estudio diseñado para responder a esa interrogante. Muéstreles el material que tiene para que ellos trabajen, pero también invítelos a traer de casa cualquier otro artículo que pudiera ser útil para su trabajo. Antes de que realicen esta actividad, sus planes deben tener la aprobación del profesor. A algunos estudiantes les gustaría tener bastante ayuda del profesor en la planificación de sus investigaciones, sin embargo, motívelos a que solucionen sus propios problemas y tomen sus propias decisiones durante la investigación. Todos los estudiantes tienen que tener sus propios apuntes sobre la investigación de campo y preparar un informe final.

Cuando el trabajo esté completo pida a los estudiantes que hagan un informe sobre sus conclusiones. Enfatique el hecho de regresar a los datos. ¿Cuál es la evidencia? ¿Qué tan buena es? Pregúnteles

Asignación de un proyecto sobre el comportamiento de las hormigas

Descripción de la hormiga: haga y registre una observación detallada de la hormiga que ha escogido para el estudio. Incluya notas y un dibujo. Usando claves de los insectos, intente identificarlos.

Descripción del hábitat: describa lo más detallado posible el hábitat de la hormiga, a gran escala (el área en donde se localiza el nido de las hormigas) y a pequeña escala (el área del nido y su medio ambiente inmediato). Haga un bosquejo de un mapa del área y sitúe el nido en él; muestre, además, las distancias hacia los puntos de referencia importantes y de relativa permanencia. Mida la distancia al nido más cercano de la misma especie de hormiga, así como también al nido de una hormiga de diferente especie.

Comportamiento

1. Use la lista de preguntas desarrollada por la clase para escoger la pregunta que le gustaría estudiar. Puede desarrollar una nueva pregunta si ninguna de estas le parece atractiva.
2. Haga una lista completa del equipo necesario.
3. Esboce el método del estudio de campo.
4. Obtenga la aprobación del profesor.
5. Lleve a cabo el trabajo de campo y tome apuntes de manera detallada del mismo.
6. Resuma el trabajo en un informe que incluya las siguientes secciones: Título, Propósito, Metodología (incluya la lista del equipo utilizado), Datos y Conclusiones. Las conclusiones deberán incluir otra pregunta para un estudio futuro.

Preguntas sobre el comportamiento de las hormigas

- ¿Qué comen las hormigas?
- ¿Qué tan lejos del nido van las hormigas a comer?
- ¿Cuán activo es el nido a lo largo del día?
- ¿Cuán activo es el nido en determinado momento?
- ¿Tienen las hormigas un tipo preferido de comida?
- ¿Cuánto tiempo les toma a las hormigas encontrar comida?
- ¿Qué tan rápido viajan las hormigas?
- ¿Es la velocidad de las hormigas cuando salen de la colonia para ir a un lugar conocido donde hay comida diferente de cuando salen a buscar comida?
- ¿Qué pasa si hay un cambio en el camino que siguen las hormigas?
- ¿Qué pasa si hay una hormiga u otro insecto muerto en el camino de las hormigas?
- ¿Hay alguna diferencia si la hormiga muerta en el camino es de la misma especie o especie diferente?
- ¿Qué pasa si se toma una hormiga del camino y se le coloca en un nuevo lugar?
- ¿Qué pasa si la especie de una colonia es colocada en otra?
- ¿Qué hacen las hormigas si se les rocía con un tipo de polvo?
- ¿Qué pasa cuando molestamos a una colonia? Esto debe ser hecho cuidadosamente, ¡su tarea no es destruir la colonia!

algo sobre lo cual ellos no han pensado y por lo cual han diseñado una investigación rápidamente. Si hay tiempo pídeles que lleven a cabo una investigación para confirmar o negar la hipótesis. Podría preguntarles una pregunta del tipo "¿Qué pasaría si?", por ejemplo. Si se cambiara X (o Y o Z), ¿Qué piensan que le pasaría a sus hipótesis y resultados? Se debe dar énfasis en promover el pensamiento crítico hacia el trabajo, los datos, su interpretación y el tipo de experimento que la investigación en curso sugiere. Ahora es el momento para trabajar sobre los términos científicos que desea recalcar, de manera que se reemplacen las palabras corrientes que los estudiantes hayan venido usando hasta este punto.

Evaluación: utilice la siguiente lista de control para evaluar el trabajo de los estudiantes, asigne un valor a cada idea según el aprendizaje que se quiere enfatizar en el estudio. Los estudiantes deberían tener acceso a estos criterios porque están preparando el informe y deben valorar su trabajo antes de entregarlo.

Observaciones

- / Las observaciones son detalladas y precisas.
- / El dibujo es preciso en sus detalles.
- / El dibujo está etiquetado adecuadamente y limpio

Hábitat

- / La descripción del hábitat a gran escala es precisa e informativa
- / La descripción del hábitat a pequeña escala es precisa e informativa
- / Las medidas usan el sistema métrico y están correctamente expresadas
- / El mapa usa las escalas de forma apropiada

Informe

- / Se utilizan los conceptos científicos apropiadamente

- / Se utilizan los conceptos científicos de manera precisa
- / Los diseños experimentales pueden ser utilizados por otros investigadores
- / Se resumen los datos en tablas o gráficos, y los datos en las tablas están etiquetados correctamente.
- / Se apoyan las conclusiones con evidencias
- / Pregunta surgida del estudio

Escritura

- / El informe está bien organizado.
- / La escritura demuestra que se le prestó atención al vocabulario, la ortografía, la estructura de la oración, la gramática y el uso estándar de la lengua.

Rita Hagevik es profesora de ciencias y estudiante del doctorado en Ciencias de la Educación y Ciencias forestales, con especialización en GIS en la North Carolina State University.

Edward Hessler es director de la Fundación de Ciencias Ambientales de Minnesota (Minnesota Environmental Foundation) en St. Paul.

Dr. Harriett S. Stubbs es profesora asociada de la North Carolina State University en Raleigh, y directora del proyecto SCI-LINK. Entre sus publicaciones, está su coautoría (con Norman Anderson, Steven Peck y Jennifer Slusher) de *HORMIGAS: uso de indicadores biológicos para investigar condiciones ambientales*.

Referencias útiles para realizar estudios sobre las hormigas

Anderson, N.D., H.S. Stubbs, S.L. Peck, and J.W. Slusher. *ANTS: Using Biological Indicators to Investigate Environmental Conditions*. Greensboro, NC: Carolina Biological Supply Company, 1999.

Bolton, B. *Identification Guide to the Ant Genera of the World*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1994.

Dindal, D. L. (Ed.). *Soil Biology Guide*. New York: Wiley, 1990.

Holldobler, B. and E.O. Wilson. *The Ants*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1990.

Meyer, J.R. *Kwik-Key to Soil-Dwelling Invertebrates*. 1994. Vision Press, PO Box 5554, Raleigh, NC 27650-5554.

Peck, S. L., B. McQuaid, and C.L. Campbell. "Using Ant Species (Hymenoptera: Formicidae) as a Biological Indicator of Agroecosystem Condition." *Environmental Entomology*, 27:5 (1998), pp. 1102-1110.

Skinner, Gary J. "The Use of Ants in Field Work." *Journal of Biological Education*, 22:2 (1998), pp. 17-20.

Wilson, E.O. *The Insect Societies*. Cambridge, MA: Belknap Press of Harvard University Press, 1971

Recursos sobre hormigas para lectores jóvenes

Chinery, Michael. *Ants*. Troll Associates, 1991.

Editors of Planet Dexter. *Planet Ant*. Reading, MA: Addison-Wesley Publishing Co., 1996.

Fischer-Nagel, Heiderose. *An Ant Colony*. Minneapolis: Carolrhoda Books, 1989.

Greenland, Caroline. *Ants*. Danbury, Connecticut: Grolier Educational Corporation, 1986.

Hawcock, David and Lee Montgomery. *Ants*. Great Britain: Tango Books, 1994.

Julivert, Angels. *The Fascinating World of Ants*. New York: Barron's, 1991.
Overbeck, Cynthia. *Ants*. Minneapolis: Learner Publications Company, 1992.

Philpot, Lorna and Graham Philpot. *Anthony Ant's Creepy Crawly Party*. New York: Random House, 1995.